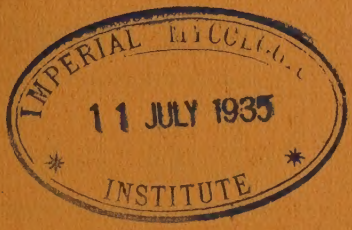
OMAGGIO

R. ISTITUTO SUPERIORE AGRARIO DI PISA

LABORATORI DI PATOLOGIA VEGETALE
E DI BATTERIOLOGIA AGRARIA
R. OSSERVATORIO REGIONALE DI FITOPATOLOGIA

104



G. LUCHETTI

CONTRIBUTO ALLA CONOSCENZA DELLE CAUSE D' INTOSSICAMENTO DEL SUOLO

Estratto dai *Nuovi Annali dell' Agricoltura - Editi dal Ministero dell'Agricoltura e delle Foreste.*

Anno XIV — 1934

1934 - XII

Dott. GIOVANNI LUCHETTI

Contributo alla conoscenza delle cause d'intossicamento del suolo

Estratto dai **Nuovi Annali dell'Agricoltura**

Editi dal Ministero dell'Agricoltura e delle Foreste

Anno XIV - 1934

ROMA
ISTITUTO POLIGRAFICO DELLO STATO
LIBRERIA

1934 - XII

Dott. GIOVANNI LUCHETTI

Contributo alla conoscenza delle cause d'intossicamento del suolo

Estratto dai **Nuovi Annali dell'Agricoltura**

Editi dal Ministero dell'Agricoltura e delle Foreste

Anno XIV - 1934

ROMA

ISTITUTO POLIGRAFICO DELLO STATO

LIBRERIA

1934 - XII

Tipografia Operaia Romana — Via Emilio Morosini, 17 — Roma, 1934-XII.

Dott. GIOVANNI LUCHETTI

Assistente nei Laboratorii di Patologia e Batteriologia
del R. Istituto superiore Agrario di Pisa

CONTRIBUTO ALLA CONOSCENZA DELLE CAUSE D'INTOSSICAMENTO DEL SUOLO

Fin dall'antichità erano noti i fenomeni di « esaurimento » e « stanchezza » del suolo e ne erano noti anche i rimedi: maggese, riposo, cambio di coltura, letamazioni, sovesci.

A tutt'oggi, però, non sono ancora ben chiarite le cause della stanchezza mentre l'esaurimento si identifica con la carenza di uno o più elementi nutritivi.

Le ricerche sulle cause della stanchezza si iniziarono oltre un secolo fa su basi eminentemente scientifiche.

Il fatto della stanchezza del terreno per una data coltura si determina allorchè essa è ripetutamente e ininterrottamente praticata sullo stesso appezzamento.

De Candolle (1), al principio del secolo XIX, suppose l'emissione di sostanze tossiche da parte dell'apparato radicale della pianta, sostanze che, accumulandosi nel terreno, si renderebbero nocive alla pianta stessa.

Tale secrezione era già stata accertata da Brugman (2) e da Macaire (3).

L'ipotesi di De Candolle fu combattuta da Boussingault (4) il quale citava l'esempio di esperimenti di coltivazioni ripetute della

(1) De Candolle A. P., *Physiologie Végétale*. Paris, 1832.

(2) Brugman V., *De mutate humore in regno organico*. 1786.

(3) Macaire P., *Mémoire pour servir à l'histoire des assilements*. Soc. de physique et d'histoire naturelle. Genève, 1832.

(4) Boussingault I. B., *L'economia rurale considerata nei suoi rapporti con la fisica, la chimica, la meteorologia*. Trad. di I. Bologna. Venezia, 1850.

stessa pianta, sullo stesso terreno, senza che si verificassero fenomeni di stanchezza. Lo stesso Boussingault emise altre teorie che però egli stesso dovette più tardi dichiarare inammissibili.

Liebig (1) ammise in un primo tempo la teoria di De Candolle come basata su fatti scientificamente esatti ; più tardi, invece, dopo aver formulato la sua teoria « mineralistica » affermò che il fenomeno aveva la sua origine nella deficienza di alcuni elementi nutritivi del terreno : confuse cioè la stanchezza con l'esaurimento. Così, col prevalere della corrente mineralistica e con il permanere della identificazione di stanchezza ed esaurimento — identificazione erroneamente creata da Liebig — fu per molto tempo dimenticata la primitiva ipotesi « biologica » che fu invece ripresa in esame per iniziativa del «Bureau of Soil » del Ministero di Agricoltura degli Stati Uniti d'America, da Whitney, Cameron, Schreiner (2), Cook e da altri, che confermarono la presenza, nel terreno stanco, di sostanze tossiche. Tali sostanze furono da essi identificate in : acido pirolincarbossilico, acido diidrossistearico ed in un alcool ciclico del gruppo del colesterol. Questi stessi autori misero però in dubbio che tali prodotti fossero secreti dalle radici, sostenendo invece che si formassero nel terreno per decomposizione della sostanza organica.

In contrapposizione alla teoria biologica sorse così la teoria puramente chimica la quale fu sostenuta anche da Prianischnikow (3) che ammise come cause della stanchezza la denitrificazione provocata dai residui organici, le modificazioni dello stato fisico e della reazione del terreno.

Una teoria così detta « protozoica » formularono Russel e coll. (4) i quali vollero appunto vedere la causa della stanchezza nello sviluppo anormale ed eccessivo dei protozoi rispetto ai funghi e ai batteri ed anzi più propriamente nello sviluppo di protozoi batterifagi. Quindi, secondo Russel, la stanchezza dipenderebbe dal turbamento

---

(1) v. Liebig J., *Cinquanta lettere sulla chimica applicata – Lett. XII.* Trad. Kobler. Napoli, 1859.

(2) Schreiner et coll., Journ. Americ. Society of Agronomy XV. 1923.

(3) Prianischnikow, *Sur la question des excrétions nuisibles des racines.* Rév. gén. de Botanique. V. 25, 1914.

(4) Russel et coll., *The Microrganisms of the Soil.* London. Longmans, Green e C°, 1923.

delle azioni simbiotiche ed antagonistiche fra i microrganismi del suolo.

Nel 1908 Pantanelli (1), che, come si vedrà, si dedicò molto largamente e minuziosamente a queste ricerche, studiando la malattia del « roncet » della vite e la possibilità di risanamento di talee provenienti da piante madri malate, constatò che le talee impiantate su terreno stanco della vite, perchè adibito per 13 anni a barbatellaio, davano una percentuale molto maggiore di barbatelle malate che non quelle impiantate su terreno riposato. Anche l'attecchimento e sopratutto l'emissione di radici erano molto più ridotti nel primo caso che non nel secondo.

Tale constatazione lo portò a compiere altre ricerche tra il 1908 ed il 1911 (2) per stabilire quali fossero le piante più adatte a riposare il terreno della coltura della vite e riuscì a fare una scala di valori tra le diverse piante ai cui primi posti figuravano le leguminose, le graminacee (e tra queste specialmente mais e sorgo come piante dotate di forte sviluppo radicale) ed il cotone. Molto adatto si mostrò il sovescio di fava. L'opinione che l'A. si formò fin da allora sull'effetto della stanchezza del terreno fu che esso fosse simile, ma molto più marcato, a quello della compattezza e della umidità stagnante (3).

Lo stesso Pantanelli (4) nel corso di successive esperienze sulla alterazione del legno di vite interrato ebbe a constatare che durante questo processo si possono formare, a spese delle sostanze organiche azotate e fosforate e per opera di enzimi secreti dal legno stesso o dal micelio di parassiti fungini invasori, composti capaci di ostacolare fortemente lo sviluppo delle piante. Tra questi prodotti figurerebbero amine ed altre basi azotate, ossiacidi, alcooli superiori ed altri composti di natura complessa. Ciò spiegherebbe la stanchezza

---

(1) PANTANELLI E., *Il roncet delle viti americane in Sicilia*. Boll. Uff. Minist. Agric. Serie C, fasc. II, 1910.

(2) PANTANELLI E., *Esperienze sul ripianto delle viti americane e sue conseguenze*. Staz. Sper. Agr. Ital., XLV, 1912.

(3) PANTANELLI E., *Possono guarire le talee di vite arricciata ?* ivi, XLIX, 1916.

(4) PANTANELLI E., *Su la lenta alterazione del legno di vite interrato*. ivi, XLIX, 1916.

del terreno ammettendo che dai residui vegetali che restano nel terreno abbiano origine composti nocivi alle piante stesse da cui provengono le materie prime.

Ciò è ammesso anche da Krawkow (1) il quale, anzi, da studi propri al riguardo deduce che un saprofita o parassita fungino il quale abbia invaso tutto un frammento vegetale, dopo un po' di tempo ne impregna a tal punto il tessuto con prodotti reflui del proprio metabolismo che ne è arrestato il suo stesso sviluppo.

Pantanelli (2), nel 1910, con accurate esperienze dimostrò che il secreto del micelio di alcuni funghi inibisce o per lo meno rallenta la germinazione di molti semi. Tale secreto egli riuscì anche ad isolare precipitandolo dalla soluzione acquosa rendendola alcoolica al 45-65 %, dimostrando così che si trattava di materiali albuminoidei. Tale precipitato ridisciolto in acqua riprendeva inalterate le sue qualità tossiche. Questi composti tossici precipitano dalla soluzione acquosa anche per azione concomitante di NH_3, $CaCl_2$ e $(NH_4)_3PO_4$.

Secondo Pantanelli l'azione di detti composti, che si chiamano con termine generico « tossine », si esplica sulle radici delle piante che al loro contatto imbruniscono e muoiono tanto rapidamente da condurre a morte, in una nottata, piantine di ceci dell'età di un mese.

Nelle stesse esperienze Pantanelli trovò che il riscaldamento a 100° C. e lo sbattimento con terra argillosa dei liquidi contenenti tossine ne attenuano la tossicità.

Più tardi egli (3) volle indagare se lo stesso effetto si avesse lasciando diffondere nel mezzo di coltura delle piante i prodotti reflui del metabolismo fungino; le previsioni furono pienamente confermate dall'esperienza dalla quale l'A. potè trarre la conclusione che le sostanze tossiche prodotte dai funghi si spargono all'intorno nel terreno arrestando la germinazione dei semi e impedendo

---

(1) Krawkow, *Ueber die Prozesse der Abspaltung löslicher mineralischer Produkte aus sich zersetzenden Pflanzenresten.* Centr. f. Bakter., XXIV, 1909.

(2) Pantanelli E., *Su l'inquinamento del terreno con sostanze nocive prodotte da funghi parassiti delle piante.* R. Accad. Lincei, v. XXII, serie V, sem. I, fasc. III, 1913.

(3) Pantanelli E., *Ancora sull' inquinamento del terreno con sostanze nocive prodotte da funghi parassiti delle piante.* ivi, fasc. III, 1913.

lo sviluppo delle radici delle piante che ove vengano a contatto della zona infetta restano addirittura recise dalla azione tossica di tali sostanze.

Nel 1913 Peritwin (1) trovò che l'avena, succedendo più volte a sè stessa sullo stesso appezzamento di terreno vi lascia prodotti nocivi all'avena successiva, prodotti che possono estrarsi dalla terra con acqua e non perdono il loro potere tossico se sottoposti alla temperatura d'autoclave.

Schreiner (2) e Reed (3) misero in evidenza la produzione di sostanze tossiche da parte delle radici delle piante e nel contempo di una ossidasi la cui attività è in ragione diretta della fertilità del terreno ; tale ossidasi agirebbe sui prodotti tossici trasformandone la complessa molecola.

A risultati analoghi approdarono ricerche di Molliard (4).

Secondo questi ultimi Autori ciò avverrebbe in piante coltivate in terreni acidi o male aereati o eccessivamente umidi.

Nel 1915 Pantanelli (5) riunendo le ricerche su queste ultime ipotesi volle ancor meglio chiarire i fatti instituendo una serie di esperienze su colture di piante in un mezzo sterile (terra o sabbia) e potè constatare che l'emissione di prodotti tossici da parte delle radici avviene solo allorchè si verifica mancata aereazione del mezzo oppure immergendo le piante in atmosfera satura di cloroformio, cioè narcotizzandole anche solo per pochi minuti. L'estratto acquoso di tali prodotti induce effetti dannosi su coltivazioni delle piante della stessa specie, anche se somministrati con forte diluizione.

In questo caso si avrebbe produzione di tossine anche in condizioni di asepsi, fuori cioè da ogni intervento microrganico.

Riguardo alla composizione Pantanelli ritiene debba trattarsi di aminobasi. La loro azione sarebbe quella di aumentare nelle piante, della stessa specie di quelle che le producono, una forte eleva-

(1) Peritwin, *Expériences sur la fatigue du sol.* Ann. Inst. Agron., Moscou, XXI, p. I, 1913.

(2) Schreiner e coll., *loco citato.*

(3) Reed, Botanic Gazette, XLVII, 1909.

(4) Molliard, Bull. Soc. Botan. France, LX, 1913.

(5) Pantanelli E., *Stanchezza del terreno dovuta ad escrezione delle radici.* Act. IV Conf. Int. Pédologie, Roma, 1924.

zione della permeabilità cellulare talora irreversibile; tale azione è quindi specifica ed anzi su piante di specie diversa può divenire stimolante invece che tossica.

La temperatura di 120° C. distruggerebbe questi prodotti.

Gli effetti macroscopici delle suddette tossine si manifestano con ingiallimento delle foglie ed imbrunimento delle radici pur mantenendo le une e le altre il loro turgore.

Sui semi, sempre secondo Pantanelli, i prodotti tossici delle radici hanno azione fortemente nociva alla germinazione, anche se tutte le esperienze a riguardo si fanno in condizioni di asepsi assoluta; ciò che distruggerebbe o per lo meno sarebbe ben lungi dal confermare l'ipotesi di Hiltner (1) secondo il quale la mancata germinazione dei semi in terreno stanco sarebbe causata da batteri i quali introducendosi nel seme ne distruggerebbero le sostanze pectiche e quindi la germinabilità.

Greig Smith (2) e Brow riscontrarono effetto deprimente dell'estratto acquoso di terreno stanco sulla microflora.

Secondo Petri, Peyronel, Maus, Jachevschi (3), Bolley (4) ed altri l'accumulo di funghi nel terreno potrebbe essere causa della stanchezza come lo è secondo Perotti (5) dell'arrabbiaticcio o calda-fredda.

Si ha così una teoria ifomicetica.

Loew (6) invece interpreterebbe la stanchezza come effetto della aumentata attività di batteri riduttori, produttori di acido butirrico, mentre Aberson (7) ne darebbe come causa l'accumulo di sali nitrosi prodotti dal *Bac. nitrosus* e Smith (8) l'azione di tossine prodotte da batteri, funghi e amebe.

---

(1) Hiltner, Arb. d. Kais. Gesundheitsamtes. III, 1902.

(2) Smith G., *The search fur Toxins producers*. 1918.

(3) Jachevschi, *On the causes hich determine in fertility on the soil and of craps*. Koziaistve. V. 7, 1912.

(4) Bolley N., *Causes of soil siknes in beat lands*. Nord. Da Kota Station. 1913.

(5) Perotti R., *Sull'arrabbiaticcio o calda-fredda*. R. Accad. Lincei, vol. XXVIII, serie V, sem. 2°, fasc. 9°, 1919.

(6) Loew O., *On the « sik » soils of Porto-Rico*. Portorico Stat. Circ. n° 12.

(7) Aberson, in: Cultura, 29ste Jahrgang, 1917.

(8) Smith G., Loco citato.

Poco fondata appare l'ipotesi di Hutchinson, Thaysen e pochi altri i quali ascriverebbero la stanchezza ad una deficienza di sostanze alimentari ; poco fondata perchè non si vede per qual ragione il riscaldamento prolungato ne distruggerebbe gli effetti.

Come facilmente scorgesi i pareri sulle cause della stanchezza del terreno sono quanto mai discordi ; sebbene per la maggior parte tendano ad ammettere fenomeni di intossicamento.

Allo scopo di portare un qualche contributo alla conoscenza dei fenomeni in questione riferisco nella presente Nota su di alcune esperienze da me condotte al riguardo.

Parte sperimentale.

A – Condizioni generali di esperienza.

Le esperienze su ciascuna specie di piante furono da me condotte con modalità prefissate che qui riassumo :

I. – *Vasi di coltura* : usai cilindri di vetro di cm. 40 di altezza per cm. 6 circa di diametro interno, della capacità variabile da 1000 a 1100 centimetri cubici. Tali cilindri ricoprii con carta nera ad evitare lo sviluppo di alghe.

II. – *Ambiente* : coltivai le piante in una serra esposta a levante-mezzogiorno e ne verificai quotidianamente la temperatura interna.

III. – *Soluzione nutritiva* : adottai la soluzione di Knop, modificata secondo le esigenze delle coltivazioni :

acqua di condottura	1000 —
solfato di magnesio	0,25
nitrato di calcio	2 —
fosfato bipotassico	0,50
cloruro di sodio	0,12
cloruro ferrico.	tr.

Ogni giorno ripristinavo il volume del liquido nei cilindri con acqua di condottura.

IV. – *Piante* : coltivai grano Mentana e fava. Feci anche un tentativo con granturco e barbabietole che però fallì per ragioni che esporrò più oltre.

* * *

Coltivai ciascuna specie di piante in sei cilindri coperti da dischi di cartone forati, anneriti e paraffinati.

I sei cilindri di ciascuna coltura erano numerati e divisi in tre serie di due cilindri ciascuna. Nella prima serie (vasi 1 e 2) rinnovai

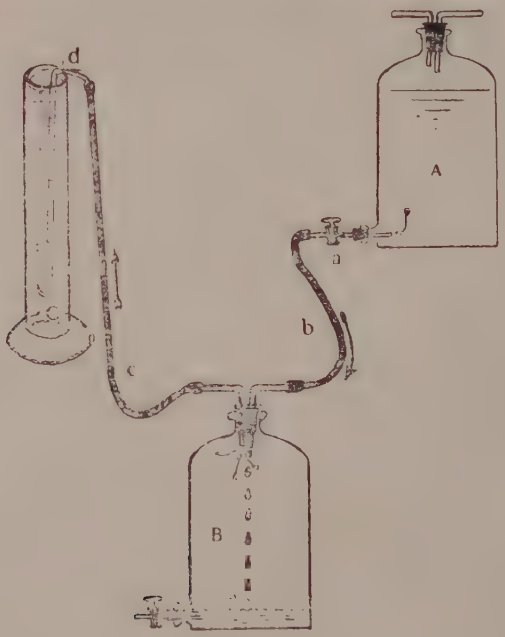


Fig. 1. — Apparecchio per l'aereazione dei liquidi colturali.

periodicamente la soluzione nutritiva, ad intervalli decrescenti, da 12 a 7 giorni, con il progredire dello sviluppo delle piante ; nella seconda serie (vasi 3 e 4) non feci che ripristinare il volume con acqua di condottura, senza mai cambiare la soluzione nutritiva ; nella terza serie infine (vasi 5 e 6) non rinnovai mai la soluzione ma insufflai una quantità di aria pari ad un volume di soluzione ogni 24 ore : l'aria però era data una sola volta ogni 7 giorni in quantità corrispondente a quella suddetta.

Per l'aereazione del liquido mi servii di un apparecchio semplicissimo illustrato in fig. 1 e costituito da due bottiglie di Mariotte della capacità di l. 8 circa di cui la superiore *A* conteneva liquido (acqua) e la inferiore *B* conteneva aria ed era chiusa a tenuta. Aprendo il rubinetto *a* l'acqua passava da *A* in *B* e l'aria da *B* in *C* e attraverso la canna di vetro sfilata immersa nella soluzione nutritiva era costretta a gorgogliare attraverso la soluzione stessa con velocità varia, dipendente per una stessa apertura di rubinetto, dalla altezza del pelo liquido in *A* rispetto alla estremità libera del tubo *b*. Con tale dispositivo bastava naturalmente una semplice inversione della posizione reciproca delle due bottiglie per ricominciare di nuovo l'operazione.

Con una altezza di carico di m. 1-1,30 ottenevo un efflusso lento e continuo di aria del valore di cm.^{3}/sec. 2,5, con una durata media di 45-50 primi.

Lo studio cui questa Nota si riferisce riguardò sia le piante in esame, sia i liquidi colturali.

Sulle piante eseguii periodicamente, ogni settimana, un accurato esame dello sviluppo e delle condizioni generali e più precisamente:

A – altezza massima della parte aerea,
B – numero dei culmi (frumento) o degli steli (fava),
C – larghezza massima delle foglie (frumento) o delle foglioline (fava),
D – lunghezza massima delle foglioline (fava),
E – colore,
F – sviluppo della parte aerea,
G – lunghezza massima delle radici,
H – sviluppo dell'apparato radicale,
I – numero delle radici primarie (frumento I coltivazione)
L – numero delle spighette (» » II » »)

Nelle Tabelle VII, VIII, X e XI riporto i risultati delle osservazioni settimanali quali furono da me compiute su ogni singola pianta. In dette tabelle però trascrivo soltanto le medie settimanali delle singole serie.

Le misurazioni A, C, D, G, e le numerazioni B, I, L, hanno carattere di massima esattezza essendo ricavate appunto da precise misurazioni e conte; tutte le altre, invece, hanno valore semplice-

mente comparitivo per ogni singola osservazione. I loro valori furono assegnati mediante la seguente scala:

0 – sviluppo o colore nullo,
1 – » » scarsissimo,
2 – » » scarso,
3 – » » mediocre,
4 – » » buono,
5 – » » molto buono,
6 – » » ottimo.

Anche queste determinazioni feci per ciascuna pianta e ne riporto la media aritmetica di ogni serie.

Non deve meravigliare in dette tabelle la presenza costante di una cifra decimale scaturita appunto dalle medie aritmetiche.

Delle piante trascrivo inoltre il peso della sostanza organica, seccata all'aria e seccata a 110° e quello delle ceneri; ciascuna di queste determinazioni, fatta come di solito su ogni singola pianta, riporto come somma di tutte le piante di ogni serie, suddivisa secondo le parti spettanti rispettivamente alla parte aerea, all'apparato radicale e al totale, nelle Tabelle IX e XII.

Sui liquidi di coltura feci l'esame batteriologico e, talvolta, anche tossicologico.

Riporto alle figure 2, 3, 4 e 5 le fotografie delle piante eseguite al termine di ogni coltura.

B – Coltivazioni di frumento (Mentana).

1ª *coltivazione* (dal 20 dicembre 1932 al 23 febbraio 1933; giorni 65).

Incominciai le esperienze ponendo su ciascun cilindro 5 piantine che ebbi cura di scegliere allo stesso grado di sviluppo per tutti i vasi di coltura.

La coltura durò 65 giorni durante i quali feci 7 osservazioni complete dello sviluppo delle piante. I risultati finali furono i seguenti: leggera superiorità delle piante della prima serie (soluzione rinnovata) su quelle della seconda (soluzione non rinnovata) e superiorità assoluta di quelle della terza serie (soluzione non rinnovata ma aereata) su tutte le altre. Basti dire che al 65° giorno di coltura le

piante dei vasi 1-4 erano tutte ingiallite e quasi secche, salvo le foglie più giovani che però erano anch'esse in condizioni precarie ; quelle della terza serie erano ancora tutte in ottime condizioni, tali da poter essere ancora coltivate per lungo tempo se le norme prestabilite per l'esperienza non mi avessero costretto ad essiccarle.

Fig. 2. — Frumento 1ª coltivazione.

L'analisi chimica sommaria delle piante rispecchiò con molta evidenza i fatti già documentati dall'osservazione diretta : l'aereazione del mezzo di coltura favorisce lo sviluppo delle piante più di qualsiasi altro mezzo sperimentato ; il ricambio periodico della soluzione non porta notevole miglioramento.

I risultati delle osservazioni trascrivo, riassunti per ciascuna serie, nella tabella VII, quelli delle analisi, nella tabella IX.

Lo studio batteriologico dei liquidi colturali di questa prima esperienza comprende :

A – numerazione dei germi all'inizio della coltura
B – » » dopo 15 giorni,
C – » » alla fine della coltura.

TABELLA I.

SERIE	Vaso	Piastra	N. di germi in un cm.³ di liquido colturale			
			Piastra	Vaso	Serie	Media
I.	1	A	80,000	65,000	50,000	48,333
		B	50,000			
	2	A	40,000	35,000		
		B	30,000			
II.	3	A	80,000	55,000	42,500	
		B	30,000			
	4	A	40,000	30,000		
		B	20,000			
III.	5	A	70,000	50,000	52,500	
		B	30,000			
	6	A	60,000	55,000		
		B	50,000			

TABELLA II.

SERIE	Vaso	Piastra	N. di germi in un cm.³ di liquido colturale			
			Piastra	Vaso	Serie	Media
I.	1	A	0,38	0,39	0,52	25,-
		B	0,40			
	2	A	0,60	0,65		
		B	0,70			
II.	3	A	40,-	30,-	19,5	
		B	20,-			
	4	A	10,-	9,-		
		B	8,-			
III.	5	A	100,-	90,-	55,-	
		B	80,-			
	6	A	20,-	20,-		
		B	20,-			

All'inizio della esperienza, il 20 dicembre, allestii 12 piastre all'agar fagiuoli inoculate due a due con il liquido colturale di ciascun cilindro già preparato da qualche ora con la soluzione. Il 30 dicembre eseguii la conta dei germi sviluppatisi e, tenuto conto che avevo inoculato con 1 cc. di diluizione 1 : 1000 del liquido colturale, ottenni i risultati della Tabella I.

Al 15° giorno di coltura ripetei l'esame batteriologico quantitativo e ne riporto i risultati nella Tabella II.

Da notare in questo esame che nei vasi della I serie era stato ricambiato il liquido tre giorni prima del prelevamento del campione (12° giorno di coltura).

Avendo previsto uno sviluppo di germi molto forte (come infatti si verificò), inoculai le colture a piatto con $\frac{1}{10}$ di centimetro cubo di due successive diluizioni 1 : 1000.

I risultati ottenuti riporto nella Tabella II.

Al termine della coltura tentai un terzo esame quantitativo dei germi contenuti nei liquidi. Prevedendo però cifre troppo alte per poterne eseguire la conta in colture a piatto, senza spingere la diluizione a valori troppo elevati, usai il metodo delle diluizioni in brodo di fagiuoli, ottenendone però risultati che lasciano alquanto incerti sulla loro attendibilità.

I risultati furono superiori ad un numero di germi di 10×10^{24} per un centimetro cubo di liquido colturale.

Col metodo delle diluizioni in agar fagiuoli feci anche la conta dei germi anaerobi ottenendo cifre comprese tra 10×10^{20} e 10×10^{24}.

Per questa coltivazione feci anche un esame qualitativo della flora batterica dal quale risultarono prevalere nei singoli vasi le forme seguenti:

Cilindro N° 1 *Bact. turcosum* (Zimm.) L. et N. – *Colisimili*
» » 2 *Bac. vulgatus* (Flügge) Migula
» » 3 *Bact. fluorescens liquefaciens* (Smith) *Colisimili*
» » 4 *Colisimili*
» » 5 *Colisimili*
» » 6 *Colisimili*

Dopo l'esame batteriologico filtrai al Chamberland i liquidi dei singoli cilindri e sul prodotto di filtrazione feci un esame tossi-

cologico per la ricerca delle tossine e delle agglutinine. Tale ricerca compiuta per il *Bact. coli*, il *Bact. tumefaciens* ed altre 10 forme isolate da terra di giardino e non identificate non dettero risultati positivi. Su queste ricerche non insistei oltre.

2ª coltivazione (1 marzo 1933 - 30 maggio 1933; giorni 90).

Sui liquidi filtrati al Chamberland coltivai di nuovo frumento Mentana. Prima però aggiunsi una soluzione concentrata degli stessi

Fig. 3. — Frumento 2ª coltivazione.

sali usati all'inizio della coltura, per riportare al giusto livello le concentrazioni degli elementi nutritivi. Il numero di piante coltivate in questa esperienza fu di tre per ciascun vaso.

Su 18 piante coltivate 12 giunsero a completa fioritura come è indicato nella Tabella VIII in cui trascrivo le osservazioni settimanali eseguite su questa coltivazione; quasi tutte le piante che nella Tabella suddetta figurano prive di fiori erano prossime alla fioritura.

I risultati ottenuti in questa coltivazione concordano perfettamente con i precedenti, unica differenza la superiorità netta delle piante della prima serie su quelle della seconda.

La coltivazione ebbe una durata di 90 giorni, corrispondente quasi alla durata minima del ciclo vegetativo del frumento (frumenti marzuoli), superiore però a quella della esperienza precedente quasi del 38 %.

Alla fine dell'esperienza seccai e pesai le piante come per la coltura precedente ; riporto i risultati delle pesate (sempre ridotti a somma dei pesi delle sei piante costituenti la serie) nella Tabella IX.

L'esame batteriologico quantitativo dette i risultati che espongo nella Tabella III.

Feci l'esame quantitativo degli anaerobi col metodo delle diluizioni in agar fagiuoli come nella esperienza precedente ; per gli aerobi invece usai il metodo delle colture a piatto inoculate con 1/10 di cc. di liquido proveniente da due successive diluizioni 1 : 1000. Mentre potrebbe sembrare a prima vista tale metodo poco consigliabile, in pratica mi si rivelò meno peggiore di quel che appare. Ciò potei constatare più volte sia per la costanza dei reperti, per uno stesso cilindro, sia per quelli di due cilindri della stessa serie.

Da notare a questo punto la diminuzione fortissima del numero dei germi dalla prima alla seconda coltivazione ; da notare nello stesso tempo la forte differenza tra il numero dei germi, sia aerobi che anaerobi, tra una serie e l'altra ; tali risultati riepilogherò dopo aver brevemente descritte le esperienze eseguite su colture di fava.

C – Coltivazione di fava.

1ª coltivazione (3 gennaio 1933 al 13 aprile 1933 ; giorni 100).

Anche le fave furono coltivate con le stesse modalità ; su ogni cilindro posi 3 semi di favino germinati. Le serie in cui divisi i vasi di coltura di queste piante corrispondono in tutto a quelle del frumento.

I risultati di queste coltivazioni, dettagliatamente esposti nella tabella X per quel che riguarda lo sviluppo delle piante e nella XII per quel che riguarda il loro peso, si possono così riassumere : differenza poco marcata tra lo sviluppo nelle serie I e III ; molto marcata invece tra quello nelle due serie suddette e quello nella II serie. Tra le serie I e III vi è nettissima differenza, a favore della terza, nello sviluppo dell'apparato radicale.

In questa coltivazione capitò un incidente per il quale si rese necessaria l'eliminazione di tre cilindri al 74° giorno di coltura: ciò fu causato dalla caduta delle piante del cilindro n. 5 per un colpo di vento e la loro conseguente morte. Avendo notato che tali piante erano le meno sviluppate tra tutte quelle della III serie, eliminai dall'esperienza anche i vasi n. 2 e 3, che erano quelli con piante meno sviluppate rispettivamente nella serie I e II, li seccai e li pesai.

TABELLA III.

SERIE	Vaso	N. di germi in 1 cm.³ di liquido colturale			
		AEROBI		ANAEROBI	
		Singoli vasi (1)	Media serie	Singoli vasi (1)	Media serie
I.	1	$8{,}3 \times 10^8$	$9{,}- \times 10^8$	$0{,}05 \times 10$	$0{,}06 \times 10^8$
	2	$9{,}7 \times 10^8$		$0{,}07 \times 10^8$	
II.	3	$0{,}9 \times 10^8$	$2{,}- \times 10^8$	$1{,}78 \times 10^8$	$1{,}685 \times 10^8$
	4	$3{,}- \times 10^8$		$1{,}59 \times 10$	
III.	5	$21{,}- \times 10^8$	$18{,}8 \times 10^8$	$0{,}01 \times 10$	$0{,}015 \times 10^8$
	6	$16{,}5 \times 10^8$		$0{,}02 \times 10^8$	

(1) Media di prove in doppio.

Le piante di questa coltivazione subirono un grave attacco di parassiti forse fungini (non identificati) che ne facevano cadere le foglioline; tale attacco mi dette modo di constatare come la resistenza delle piante (quasi uguale per quelle della stessa serie) decrescesse nettamente nelle diverse serie, nell'ordine: III, I, II. Infatti mentre nella terza serie l'attacco si limitò quasi esclusivamente alle 2-3 foglie più vecchie, nella prima si estese più in alto e nella seconda giunse addirittura all'apice che ne fu condotto a morte con conseguente arresto nello sviluppo delle piante.

Alcune piante di questa coltivazione giunsero alla fioritura: nella I serie la fioritura fu molto precoce ma si verificò per una sola pianta, nella II serie nessuna pianta giunse a fiorire e nella III serie tutte e tre le piante superstiti fiorirono quasi contemporaneamente sebbene con circa 15 giorni di ritardo sulla precedente. L'apparato radicale presentò questo particolare: nelle serie I e II si presentava

completamente annerito e ricoperto di scorie squamose, con molti apici in via di marcescenza, nella serie III invece si mantenne fino all'ultimo del caratteristico colore giallastro delle radici sane e senza alcun indizio di putrefazione. Non solo, ma le radici delle piante della I e II serie presentavano lunghi spacchi longitudinali.

Fig. 4. — Fava 1ª coltivazione.

L'esame batteriologico quantitativo eseguito all'inizio ed alla fine della esperienza dette i risultati da me riportati nelle Tabelle IV e V che seguono.

2ª *coltivazione* (15 maggio 1933 al 4 luglio 1933; giorni 50)

Sul liquido residuo della coltivazione precedente ricoltivai di nuovo fava, dopo aver aggiunto in ciascun vaso una quantità di sali uguale a quella aggiunta inizialmente.

Anche in questa esperienza notai un attacco parassitario alle foglie, della stessa natura di quello verificatosi nella prima coltivazione, ma molto più grave. Le conseguenze dell'attacco furono le

stesse e potei constatare che la stessa fu anche la resistenza da parte delle piante delle varie serie.

In pochi giorni le piante svilupparono benissimo, tanto che al termine della coltura la pianta più alta (serie III, vaso n. 5) raggiunse

TABELLA IV.

Serie	Vaso	Numero di germi aerobi presenti in 1 cc. di liquido colturale all'inizio della esperienza	
		Vaso (1)	Serie
I	1	355.000	277.500
	2	200.000	
II	3	775.000	587.500
	4	400.000	
III	5	203.000	152.500
	6	102.000	

(1) Media di tre prove.

TABELLA V.

Serie	Vaso	Numero di germi in 1 cc. di liquido colturale, alla fine dell'esp.			
		Aerobi		Anaerobi	
		Vaso (1)	Serie	Vaso (2)	Serie
I	1	$2{,}- \times 10^{11}$	$1{,}70 \times 10^{11}$	$0{,}090 \times 10^{11}$	$0{,}0750 \times 10^{11}$
	2	$1{,}4 \times 10^{11}$		$0{,}060 \times 10^{11}$	
II	3	$3{,}5 \times 10^{11}$	$5{,}75 \times 10^{11}$	$2.000{,}- \times 10^{11}$	$1500{,}- \times 10^{11}$
	4	$4{,}- \times 10^{11}$		$1.000{,}- \times 10^{11}$	
III	5	$2{,}7 \times 10^{11}$	$2{,}60 \times 10^{11}$	$0{,}020 \times 10^{11}$	$0{,}0145 \times 10^{11}$
	6	$2{,}5 \times 10^{11}$		$0{,}009 \times 10^{11}$	

(1) Media di tre prove.
(2) Media di due prove.

m. 1,15 di altezza nella parte aerea ed alcune radici toccarono quasi i 50 centimetri.

La fotografia in fig. 5, per quanto mal riuscita per mancanza di uno sfondo uniforme, mostra abbastanza chiaramente la differenza di sviluppo tra le altre serie, con una marcata tendenza al miglioramento dalla prima all'ultima.

Fig. 5. — Fava 2ª coltivazione.

Anche in questa esperienza molte piante giunsero alla fioritura e cioè: 1 della serie II e 6 della serie III, quasi tutte contemporaneamente tra il 28° ed il 35° giorno.

Riassumo i dati delle osservazioni riguardanti questa coltura nella Tabella XI per quel che riguarda le misurazioni e nella XII per quel che riguarda i pesi.

Ciò che si verificò in questa esperienza di veramente notevole fu il forte assorbimento di sali minerali da parte delle piante: infatti la quantità di sali aggiunti a ciascuna serie fu di gr. 11,6 a gr. 12,76 a seconda della capacità dei cilindri; la quantità di ceneri riscontrate complessivamente nelle due coltivazioni fu per la:

I serie gr. 6,2749 ; II serie gr. 7,0249 ; III serie gr. 11,0887 e cioè rispettivamente 52 %, 58 % e 93 %. Ciò porta a concludere che una ulteriore aggiunta di sali al liquido di coltura avrebbe certamente favorito molto le piante della III serie e poco o punto quelle della I e II ; per la terza serie insomma la bassissima, quasi nulla concentrazione salina agì come fattore limitante, ciò che non si verificò invece per le altre piante.

Tabella VI.

Serie	Vaso	Numero dei germi in 1 cc. di liquido colturale			
		Aerobi (1)		Anaerobi (2)	
		Vaso	Serie	Vaso	Serie
I	1	$5,7 \times 10^{11}$	$5,1 \times 10^{11}$	$0,07 \times 10^{11}$	$0,095 \times 10^{11}$
	2	$4,5 \times 10^{11}$		$0,12 \times 10^{11}$	
II	3	$4,4 \times 10^{11}$	$48,- \times 10^{11}$	$5.400,- \times 10^{11}$	$7.150,- \times 10^{11}$
	4	$5,2 \times 10^{11}$		$8.900,- \times 10^{11}$	
III	5	$8,5 \times 10^{11}$	$10,2 \times 10^{11}$	$0,02 \times 10^{11}$	$0,015 \times 10^{11}$
	6	$11,9 \times 10^{11}$		$0,03 \times 10^{11}$	

(1) Media di tre prove.
(2) Media di due prove.

Lo sviluppo radicale delle piante esaminate in questa esperienza fu poco dissimile ; le loro condizioni però furono ben diverse perchè mentre nelle serie I e II molte radici terminali marcirono, nella terza serie tale inconveniente non si verificò.

Anche in questa seconda coltivazione l'apparato radicale delle piante della I e II serie presentava specialmente nelle radici primarie e secondarie delle fenditure di cm. 1-3 di lunghezza, lungo le quali si notava forte apertura delle labbra delle ferite e rigonfiamento dei tessuti del cilindro centrale.

L'esame batteriologico finale dette i risultati da me esposti nella Tabella VI.

Volendo fare un raffronto tra l'esame batteriologico quantitativo iniziale (finale della I coltivazione) e quello finale si hanno i seguenti dati :

	Aerobi iniz.	Aerobi fin.	Anaerobi iniz.	Anaerobi fin.
Serie I	$1{,}70 \times 10^{11}$	$5{,}10 \times 10^{11}$	$0{,}075 \times 10^{11}$	$0{,}095 \times 10^{11}$
» II	$3{,}75 \times 10^{11}$	$4{,}80 \times 10^{11}$	$1500{,}— \times 10^{11}$	$7150{,}— \times 10^{11}$
» III	$2{,}60 \times 10^{11}$	$10{,}20 \times 10^{11}$	$0{,}014 \times 10^{11}$	$0{,}015 \times 10^{11}$

da cui si può desumere che si ebbero i seguenti aumenti :

	Aerobi	Anaerobi
Serie I	200 %	26 %
» II	28 %	376 %
» III	292 %	3 %

L'aumento degli aerobi fu quindi molto forte nelle soluzioni ricambiate ed aereate (più in queste ultime) e minimo in quelle non rinnovate e non aereate. Esattamente il contrario si verificò per gli anaerobi, cosa del resto intuitiva.

Riassunto e Conclusioni.

Dalle prove di cui ho riferito si possono trarre le seguenti conclusioni :

I. – Il frumento risente fino dalla prima coltivazione l'influenza delle varie condizioni sperimentate ; più che altro però risente favorevolmente della aereazione del mezzo di coltura.

II. – La fava, pianta più resistente che non il frumento, risente nella I coltivazione quasi in ugual grado il beneficio della aereazione e del ricambio della soluzione, ambedue molto favorevoli allo sviluppo della parte aerea. La prima pratica però ha un effetto marcatissimo sullo sviluppo radicale e sulla resistenza delle piante agli attacchi parassitari. Nella ricoltivazione invece, per un fenomeno non facile a spiegare, scompare l'effetto del ricambio del mezzo di coltura e rimane invece immutato e favorevole quello dell'aereazione del mezzo stesso. Unica spiegazione possibile è forse la formazione

di piccole quantità di tossine nei vasi della II serie (con soluzione non ricambiata e non aereata); tali minime quantità di tossine, che agiscono notoriamente come stimolanti sullo sviluppo delle piante, possono avere avuto sulle stesse un effetto maggiore che non il ricambio della soluzione e minore invece della aereazione del mezzo. Ciò può chiarire il fatto verificatosi di uno sviluppo decisamente progrediaente dalle piante della I serie a quelle della III serie.

III. – La constatazione fatta del fendersi delle radici di fava in mezzi di coltura in cui è da presumere la presenza di tossine è una riprova della tesi di Pantanelli che detti composti abbiano come effetto l'aumento della permeabilità cellulare nelle radici. Inoltre si è ripetuto nelle mie esperienze il fenomeno sia della marcescenza che dell'annerimento e della desquamazione delle radici, già rilevato da Pantanelli stesso.

IV. – Dal punto di vista batteriologico le cifre da me esposte sono di per se stesse così eloquenti da permettere la conclusione che l'aereazione del mezzo ed il rinnovo del liquido di coltura aumentano notevolmente il numero dei germi aerobi; mentre nelle condizioni opposte il numero di essi diminuisce e tendono a prendere il sopravvento le forme anaerobiche. Per concretare in cifre tale asserto basta il rilievo del seguente prospetto in cui è fatto = 1 lo sviluppo minimo:

		Aerobi nella serie:			Anaerobi nella serie:		
		I (sol. rinn).	II (sol. non rinn.)	III (sol. aer.)	I (sol. rinn.	II (sol. non rinn.)	III (sol. aer.)
		—	—	—	—	—	—
Frumento	(II colt.)	4,5	1 –	9,4	4 –	112	1
Fava	(I »)	1 –	2,2	1,5	5,2	103.448	1
»	(II »)	1,1	1 –	2,1	6,3	476.666	1

in cui è facile constatare che non tanto forti sono le variazioni nel numero degli aerobi quanto quelle degli anaerobi.

Riassumendo, pertanto, tutte le constatazioni fatte concordano nel far rtenere che i fenomeni presi in esame assumono i caratteri di un vero intossicamento, che va riferito al ricambio dei microbi — batteri e funghi — ed anche a quello della pianta commensale.

Quindi in base alle presenti ricerche trova conferma la teoria biologica dell'intossicamento del suolo. Nonostante le incertezze di

tutta la precedente sperimentazione è luogo pertanto di concludere con Perotti (1):

« Se il terreno agrario si presenta al biologo, nel suo complesso, « come un organismo vivente, il confronto, basato ormai sopra un « grandissimo numero di constatazioni, deve essere spinto fino alle « ultime conseguenze. Come il normale funzionamento di un qual- « siasi organismo esige la ben regolata eliminazione dei suoi prodotti « di rifiuto — ed è nozione elementare! — così anche per il terreno « è naturale che non possa non verificarsi la stessa cosa onde evitare « manifestazioni di « anormalità » dipendenti dall'accumulo dei pro- « dotti stessi le cui proprietà sono tossiche. La stanchezza (non dipen- « dente da esaurimento!) quindi, può ben essere definita come un « intossicamento del suolo ».

(1) Perotti R., *Lezioni di Patologia Vegetale e Batteriologia Agraria*. Vol. IV, pag. 3781. Pisa, 1934.

Misurazioni su frumento

N. di osservazione	Giorni di coltura	PARTE AEREA											
		Altezza massima mm.			Culmi n.			Foglie n.			Larghezza massima foglie mm.		
		Serie			Serie			Serie			Serie		
		I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
1	21	112,5	103,6	106,7	1,-	1,-	1,2	33,3	3,3	3,5	3,7	3,4	3,4
2	28	125,9	119,4	115,8	1,5	1,2	1,7	4,7	4,5	5,9	4,2	4,	4,3
3	35	131,3	124,4	126,5	2,3	1,7	2,5	6,7	5,8	7,8	4,5	4,5	5,-
4	42	129,5	120,7	135,4	2,5	2,1	3,2	8,-	7,6	10,5	4,8	4,7	5,4
5	49	130,4	121,7	165,6	3,-	3,1	3,6	10,6	11,2	13,6	5,-	4,9	6,4
6	56	132,9	118,-	226,-	3,-	3,1	3,5	14,-	13,5	17,0	5,3	5,	7,5
7	63	133,9	120,9	249,4	3,2	3,1	3,5	15,1	14,3	17,8	5,8	5,3	8,-

Misurazioni su frumento

N. di osservazione	Giorni di coltura	PARTE AEREA											
		Altezza massima mm.			Culmi n.			Foglie n.			Larghezza massima foglie mm.		
		Serie			Serie			Serie			Serie		
		I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
1	21	101,7	114,4	120,7	1,-	1,2	1,-	4,8	4,2	4,5	3,3	3,6	3,7
2	23	109,6	135,6	126,2	1,2	1,2	1,3	6,2	6,3	6,2	3,9	4,2	4,3
3	35	136,3	147,2	163,7	1,3	1,2	1,5	7,8	6,7	7,3	4,5	4,6	4,8
4	42	162,5	158,3	205,8	1,3	1,2	1,5	8,5	7,7	8,2	4,9	4,7	5,7
5	49	219,2	173,6	237,2	1,3	1,2	1,5	9,3	8,8	9,7	5,4	5,-	6,7
6	56	263,3	197,7	277,8	1,3	1,2	1,5	9,8	9,4	10,-	5,8	5,4	8,-
7	63	331,7	202,9	328,3	1,3	1,2	1,5	10,-	10,6	10,-	6,-	5,7	8,9
8	70	337,5	207,6	371,7	1,3	1,2	1,5	10,3	10,9	10,7	6,-	5,6	9,1
9	77	337,5	211,7	420,-	1,3	1,2	1,5	10,8	11,5	11,7	6,-	5,7	9,4
10	84	380,4	211,7	406,2	1,5	1,2	1,5	11,6	11,5	11,7	6,-	5,7	9,4

- Prima coltivazione. - TABELLA VII.

						RADICI								
Colore			Sviluppo			Lunghezza massima mm.			Sviluppo			Radici primarie n.		
Serie			Serie			Serie			Serie			Serie		
I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
6,-	4,2	5,1	3,6	3,2	4,4	166,1	170,9	205,5	2,5	2,2	2,9	8,2	7,9	7,9
5,2	5,-	5,4	4,1	4,2	5,1	313,-	199,5	230,5	4,6	4,2	5,5	11,8	11,2	10,5
4,3	4,4	6,-	4,3	4,2	5,1	240,4	217,-	342,-	4,2	3,8	5,5	12,-	11,9	10,8
2,5	2,4	6,	4,4	4,3	5,2	241,5	218,5	245,5	3,8	3,3	5,1	13,5	14,3	13,9
1,6	1,3	6,-	2,1	1,9	5,6	265,-	221,5	252,5	2,4	1,5	5,3	13,7	15,1	14,3
1,5	1,2	6,-	2,-	1,8	5,9	363,-	219,-	246,	2,3	2,1	5,5	13,9	15,6	14,7
1,5	1,2	5,5	2,-	1,8	6,-	270,5	220,5	245,-	2,5	2,1	5,5	14,-	15,7	15,1

- Seconda coltivazione. - TABELLA VIII.

						RADICI						FIORE		
Colore			Sviluppo			Lunghezza massima mm.			Sviluppo			Spighette n.		
Serie			Serie			Serie			Serie			Serie		
I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
5,3	5,2	5,5	3,5	4,5	5,3	79,7	112,5	116,7	5,-	4,3	4,2	—	—	—
5,2	4,7	5,3	5,-	5,2	5,3	130,-	167,5	183,3	4,5	4,2	5,3	—	—	—
5,3	4,5	5.	5,-	5,-	5,5	149,5	200,8	238,3	5,-	3,7	6,-	—	—	—
5,5	5,-	6,-	4,5	4,5	6,-	200,7	210,8	232,5	5,-	3,7	6,-	—	—	—
5,-	4,5	5,2	5,-	4,5	0,-	210,7	210,-	335,8	4,5	3,5	6,-	—	—	—
5,-	4,-	5,-	5,5	4,5	6,-	242,5	223,3	436,7	4,5	3,5	6,-	—	—	—
5,-	4,-	5,-	4,5	3,5	5,5	263,3	246,6	485,-	4,5	3,3	6,-	—	—	—
5,2	3,9	5,5	4,5	3,5	5,5	260,-	245,4	514,2	4,5	3,2	6,-	—	—	—
5,5	4,3	6,-	4,7	3,7	5,5	259,1	245,-	565,8	4,3	3,2	6,-	2,3	—	3,7
5,-	4,2	6,-	4,2	3,7	5,5	282,5	245,-	565,8	4,5	3,2	6,-	3,7	1,8	7,6

FRUMENTO. — Peso delle

Coltivazione	Serie	Semi N.	Peso piante seccate all'aria gr.				Peso piante seccate a 110° C. gr.			
			Radici	Parte aerea (esclusi semi)	Semi	Totale	Radici	Parte aerea (esclusi semi)	Semi	Totale
I	I	—	0,7324	2,0862	+ +	2,8186	0,6308	1,3016	—	1,9324
I	II	—	0,5531	1,2610	—	1,8141	0,4800	1,0448	—	1,5248
I	III	—	1,6032	4,4068	—	6,0110	1,5130	3,6424	—	5,1554
II	I	21	0,3778	1,2140	0,3807	1,9725	0,3470	1,0628	0,3420	1,7518
II	II	—	0,2124	0,7622	—	0,9746	0,1910	0,6734	—	0,8644
II	III	30	0,6130	1,9642	0,2123	2,7895	0,5562	1,7344	0,1860	2,3966

Misurazion su fave

N. di osservazione	Giorni di coltura	P A R T E														
		Altezza massima mm.			Steli n.			Foglie n.			Foglioline n.			Larghezza foglioline mm.		
		Serie			Serie			Serie			Serie			Serie		
		I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
1	28	59,8	54,7	63,7	1	1,5	1,7	3,5	4,0	3,3	7,0	7,5	6,7	19,5	14,3	15,8
2	35	96,3	84,-	93,6	1	1,5	1,7	5,-	6,5	6,3	10,0	13,-	12,7	24,	17,2	19,7
3	42	127,5	111,5	123,5	1	2,-	1,7	6,8	8,3	8,-	13,7	16,7	16,0	24,8	19,3	21,2
4	49	134,8	120,2	131,-	1	2,-	1,7	6,8	8,8	8,5	13,7	17,7	17,-	26,2	20,2	22,-
5	56	150,-	130,5	145,2	1	2,0	1,7	8,7	9,5	9,8	17,3	19,-	19,7	27,-	22,8	22,8
6	63	176,5	152,7	168,2	1	2,1	1,8	10,7	11,3	11,7	20,3	22,8	22,2	25,5	22,2	21,5
7	70	185,2	153,7	181,7	1,5	2,2	1,8	10,7	11,7	12,5	22,2	24,-	26,7	26,2	21,8	22,-
8	77	208,3	163,3	223,3	1	2,7	2,7	12,3	12,7	18,3	28,-	26,3	44,-	26,7	24,3	23,3
9	84	230,-	160,-	246,7	3	2,3	2,7	15,3	9,-	20,-	36,3	23,3	48,7	27,7	24,7	23,3
10	91	254,-	155,3	273,3	3	2,8	3,7	16,-	12,-	22,-	39,-	24,-	58,3	27,3	24,7	23,-
11	98	271,7	156,3	278,3	3	2,3	3,7	31,3	12,-	23,-	50,7	24,-	65,7	27,7	25,-	23,3

piante e delle ceneri.

TABELLA IX.

Umidità gr.				Ceneri gr.			Ceneri % sostanza secca		
Radici	Parte aerea (esclusi semi)	Semi	Totale	Radici	Parte aerea (esclusi semi)	Totale	Radici	Parte aerea (esclusi semi)	Totale
0,1016	0,7846	—	0,8862	—	—	0,2878	—	—	14,89
0,0731	0,2162	—	0,2893	—	—	0,2166	—	—	14,20
0,0912	0,7644	—	0,8556	—	—	0,5432	—	—	10,63
0,0308	0,1512	0,0387	0,2207	0,0326	0,1587	0,1913	9,68	11,29	10,92
0,0214	0,0888	—	0,1102	0,0177	0,1226	0,1403	9,27	18,27	17,50
0,0563	0,1798	0,0263	0,2229	0,0533	0,2440	0,2973	9,58	12,38	11,99

prima coltivazione.

TABELLA X.

AEREA									RADICI					
Lunghezza foglioline mm.			Colore			Sviluppo			Lunghezza massima mm.			Sviluppo		
Serie			Serie			Serie			Serie			Serie		
I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
23,5	18,8	24,2	6,-	6,-	6,0	4,2	3,3	3,7	102,5	105,-	106,7	3,7	3,-	3,3
29,2	26,8	30,2	6	6	6	4,8	4,-	4,8	131,5	142,9	130,5	4,5	3,-	4,-
34,7	28,7	32,7	5,7	5,3	5,8	5,3	3,7	4,7	137,5	145,8	146,7	4,2	3,2	3,7
35,7	30,7	34,3	5,3	5,7	6,-	5,-	4,-	5,3	136,7	143,3	140,-	4,3	4,-	4,3
37,3	33,8	35,8	5,2	5,3	6,-	5,3	4,-	5,2	135,-	143,2	135,8	4,-	3,7	4,5
36,8	33,7	36,2	4,7	5,2	5,5	4,3	3,7	5,-	123,3	165,-	157,5	4,2	4,3	4,8
38,5	34,3	38,8	5,-	5,-	5,5	4,3	3,7	5,2	127,5	150,-	152,5	4,3	4,7	5,-
39,3	37,7	40,7	4,3	4,7	5,-	4,3	3,3	6,-	110,-	173,3	186,7	4,3	5,-	6,0
38,3	37,7	40,7	5,7	5,-	6,-	4,7	3,3	6,-	138,3	221,7	223,3	4,3	5,-	6,-
40,7	38,7	42,7	5,7	4,7	6,-	5,3	3,3	6,-	153,3	170,-	256,7	4,3	5,-	6,-
49,3	39,3	43,3	5,7	4,-	5,-	5,3	3,3	6,-	145,-	170,-	266,7	4,3	5,-	6,-

Misurazioni su fave

N. di osservazione	Giorni di coltura	PARTE AEREA														
		Altezza massima mm.			Steli n.			Foglie n.			Foglioline n.			Larghezza massima foglioline mm.		
		Serie			Serie			Serie			Serie			Serie		
		I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
1	21	297,4	470,	610,	1,	1,-	1,-	5,7	7,3	8,8	11,3	9,7	18,7	18,3	21,6	22,4
2	28	331,2	547,8	703,4	1,3	1,-	1,3	8,4	11,8	14,3	15,5	22,7	31,5	19,8	21,8	24 7
3	35	372,1	643,3	826,7	1,9	1,-	2,-	12,1	15,2	18,2	22,8	35,7	46,7	22,7	23,8	26,5
4	49	449,	712,6	910,	1,9	1,	2,2	13,5	16,1	18,9	28,7	37,8	46,9	23,1	25,2	27,6
5	49	557 1	819,3	1052,5	1,9	1,-	2,-	15,-	17,8	21,7	32,8	43,3	47,2	26,-	26,3	29,2

Fava - Peso dell

Coltivazione	Serie	SECCATE ALL'ARIA gr.			SECCATE A 110° C. gr.		
		Radici	Parte aerea	Totale	Radici	Parte aerea	Totale
I	II	2,1560	6,8215	8,9775	1,9826	5,6812	7,6638
I	II	1,7675	3,1865	4,9140	1,6117	2,6815	4,3032
I	III	3,4070	5,9286	9,3356	3,0232	5,4046	8,4278
II	I	8,4631	23,9940	32,4571	7,7466	21,6490	29,3956
II	II	10,8202	30,1888	41,0190	9,7362	28,1312	37,8674
II	III	14,5896	43,0756	57,6652	12,6086	38,3778	50,9864

- Seconda coltivazione. TABELLA XI.

									RADICI					
Lunghezza massima foglioline mm.			Colore			Sviluppo			Lunghezza massima mm.			Sviluppo		
Serie			Serie			Serie			Serie			Serie		
I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
32,5	42,3	48,6	5,7	5,-	5,8	2,8	5,-	6,-	168,3	345,8	262,5	3,8	5,7	5,8
35,9	44,6	50,8	5,5	5,-	5,6	2,8	5,-	6,-	181,-	357,9	270,5	4,-	5,7	5,3
41,-	46,7	53,-	5,-	5,-	5,5	3,-	5,-	6,-	204,2	375,-	280,-	44,2	5,7	5,8
44,3	49,3	54,9	5,-	5,-	5,5	3,-	5,-	6,-	204,7	391,2	288,4	4,5	5,8	6,-
46,5	51,8	58,3	5,-	5,-	5,5	3,-	6,-	6,-	205,8	447,5	310,-	4,8	5,8	6,-

piante e delle ceneri. TABELLA XII.

UMIDITÀ gr.			CENERI gr.			CENERI °/₀ di sostanza secca		
Radici	Parte aerea	Totale	Radici	Parte aerea	Totale	Radici	Parte aerea	Totale
0,1734	1,4703	1,6437	0,3514	1,0345	1,3859	12,63	18,10	18,09
0,1558	0,5050	0,6608	0,1950	0,5125	0,7075	12,16	17,72	16,44
0,3838	0,5240	0,9078	0,4126	0,8357	1,2483	13,65	15,46	14,81
0,7162	2,3550	3,0712	1,1906	3,6984	4,8890	15,37	17,08	16,63
1,0840	2,0576	3,1416	1,6332	4,6842	6,3174	16,78	16,65	16,68
1,9810	4,6978	6,6788	2,4006	7,4398	9,8404	19,04	19,38	19,32